

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-114534

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月6日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

C 0 3 B 37/018

C 0 3 B 37/018

A

8/04

8/04

20/00

20/00

G 0 2 B 6/00

3 5 6

G 0 2 B 6/00

3 5 6 A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平8-265941

(22) 出願日

平成8年(1996)10月7日

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 和田 哲郎

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

(72) 発明者 香村 幸夫

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

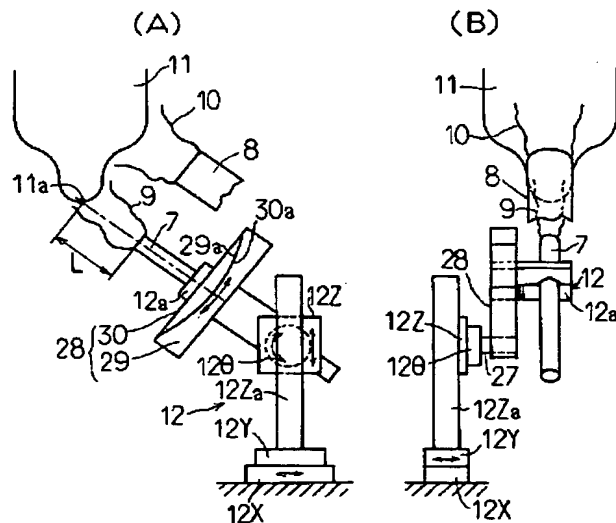
(74) 代理人 弁理士 松本 英俊

(54) 【発明の名称】 光ファイバ用多孔質母材の製造装置及び製造方法

(57) 【要約】

【課題】 バーナ先端中心と光ファイバ用多孔質母材の所要位置またはその近傍の定点との間の距離を一定とし、かつ、コア火炎の位置を一定に制御できる光ファイバ用多孔質母材の製造装置を得る。

【解決手段】 反応容器内の反応室にその上部の開口部からターゲットを垂下させ、反応室内でターゲットの下端にバーナ7、8の火炎9、10中で合成したガラス微粒子を堆積させて光ファイバ用多孔質母材11を製造する。バーナ7を支持するバーナ支持機構12として、バーナ7を把持するバーナ把持部12aが光ファイバ用多孔質母材11の所定位置またはその近傍の定点を回転中心として駆動する構造のものを用いる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 反応容器内の反応室にその上部の開口部からターゲットを垂下させ、前記反応室内で前記ターゲットの下端にバーナの火炎中で合成したガラス微粒子を堆積させて多孔質母材を製造する光ファイバ用多孔質母材の製造装置において、

前記バーナを把持するバーナ把持部が前記光ファイバ用多孔質母材の所定位置またはその近傍の定点を回転中心として駆動する構造のバーナ支持機構が設けられていることを特徴とする光ファイバ用多孔質母材の製造装置。

【請求項2】 反応容器内の反応室にその上部の開口部からターゲットを垂下させ、前記反応室内で前記ターゲットの下端にバーナの火炎中で合成したガラス微粒子を堆積させて多孔質母材を製造する光ファイバ用多孔質母材の製造方法において、

前記バーナを把持するバーナ把持部が前記光ファイバ用多孔質母材の所定位置またはその近傍の定点を回転中心として駆動する構造のバーナ支持機構を用い、このバーナ支持機構を使って前記火炎の位置を一定に制御することを特徴とする光ファイバ用多孔質母材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、光ファイバ用多孔質母材の製造装置及び該装置を用いた光ファイバ用多孔質母材の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】VAD法による光ファイバ用多孔質母材の製造は、反応容器内のバーナからの酸・水素火炎中に原料ガス（例えば、 SiCl_4 、 GeCl_4 ）を導入して SiO_2 、 GeO_2 のガラス微粒子を生成し、このガラス微粒子をターゲットである種棒の下部に順次堆積させることにより行っている。

【0003】図8は、従来のこの種の光ファイバ用多孔質母材の製造装置の構成を示したものである。この光ファイバ用多孔質母材の製造装置は、ベルジャと呼ばれる上部が開口され下部が閉塞されている反応容器1を備え、該反応容器1の上部筒部1aの先端には開口部2が設けられており、その開口部2を閉塞する上蓋3の孔4からターゲットとしての種棒5が昇降自在に反応容器1内の反応室6に垂下され、この種棒5の先端にコアバーナ7とクラッドバーナ8からの酸・水素火炎からなるコア火炎9、クラッド火炎10中で生成したガラス微粒子を堆積させ、成長させてスートと呼ばれる光ファイバ用多孔質母材11を得るようになっていく。コアバーナ7とクラッドバーナ8は、バーナ支持機構12、13によりそれぞれ支持されている。反応容器1の上部筒部1aには吸気口14が設けられ、該吸気口14から吸気された空気は該吸気口14に対応して上部筒部1a内に同心状に配置された内筒15と該上部筒部1aとの間の通路

16から反応室6内に供給されるようになっている。光ファイバ用多孔質母材11を間にしてバーナ7、8とは反対側の反応容器1の周壁部には、排気管17がその基端を開口させて接続され、排気口18が形成されている。排気管17には、排気圧力を制御する圧力制御部19が設けられている。

【0004】このような光ファイバ用多孔質母材の製造装置においては、種棒5に堆積する光ファイバ用多孔質母材11の重量、体積、濃度分布及び母材形状は、バーナ7、8の位置、火炎9、10の位置と母材表面温度などの要因で変化する。

【0005】従来は、製造中の光ファイバ用多孔質母材11の成長速度、母材形状、表面温度を見て、ガス条件、バーナ位置、排気圧力、給気量を調整し、品質の安定化を図っている。例えば、光ファイバ用多孔質母材11の先端形状を目視で確認しながらガス条件、バーナ7、8の位置を調整し、成長速度、スート表面温度を所定量に合わせている。バーナ7、8の位置は、バーナ支持機構12、13を構成する、X軸（バーナ7、8の中心軸を水平面に投影したときにできる水平線に平行な水平軸）方向に移動可能なX軸ステージ12X、13X、Y軸（X軸と直交する水平軸）方向に移動可能なY軸ステージ12Y、13Y、Z軸（X軸、Y軸に直交する鉛直方向の軸）方向に移動可能なZ軸ステージ12Z、13Zで鉛直方向と水平方向を調整し、 θ ステージ12 θ 、13 θ でバーナ把持部12a、13aを回転中心とする方向を調整していた。なお、12Za、13ZaはY軸ステージ12Y、13Y上に立設されていてZ軸ステージ12Z、13Zの昇降のガイドを行うZ軸スタンドである。

【0006】このような光ファイバ用多孔質母材11の製造に際して、該光ファイバ用多孔質母材11の先端位置11aは該母材11の成長につれて下降するが、この先端位置11aが常に鉛直方向の同じ位置に存在するように該母材11は図示しない引上げ手段で引上げられるようになっていく。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の光ファイバ用多孔質母材の製造装置では、バーナ支持機構12、13によってバーナ7、8の位置を調整する際に、バーナ先端中心と光ファイバ用多孔質母材11の先端位置等の所要位置またはその近傍の定点との距離を保ちつつ、バーナ7、8の角度のみを変更することが困難である。バーナ7、8の角度のみの調整ができないと、光ファイバ用多孔質母材11の成長速度、堆積面温度、形状に大きな変化が生じてしまうので、調整上都合が悪い。また、光ファイバ用多孔質母材11の堆積が進行すると、該光ファイバ用多孔質母材11の長さの増加とともに成長速度、堆積面温度、形状が変化することがあり、これらを制御できない。この結果、光ファ

イバ用多孔質母材11の長手方向の品質が変化してしまい、ガラス化後の母材断面の比屈折率差が長手で変化するので、品質の安定性が十分に得られていないという問題点がある。

【0008】母材断面の比屈折率差が光ファイバ用多孔質母材11の長手方向で変化するのは、コア火炎9の位置またはコア火炎9内のガラス微粒子流の位置が光ファイバ用多孔質母材11の製造中に変位するのが要因であるという報告(特願平5-312118号、特願平5-338123号、特願平6-20283号)もある。

【0009】これらコア火炎9の位置またはガラス微粒子流の位置の変動は、光ファイバ用多孔質母材11の成長(体積増加)に伴って生じる反応室6内のガス流れが変化するためである。

【0010】例えば、図9は前述した従来の光ファイバ用多孔質母材の製造装置でのコア火炎9の位置変化の測定例を示したもので、長さが500mmの光ファイバ用多孔質母材11を製造する間(約10時間)に、コア火炎9の位置が約0.6mm上昇していた。

【0011】図10は、コア火炎9、クラッド火炎10の位置を測定する火炎位置測定装置の具体例を示したものである。この火炎位置測定装置では、コア火炎9とクラッド火炎10とをCCDカメラ20で撮影して電気信号として画像処理部21に入力して画像処理を行い、モニタ22に表示するとともに、コア火炎画像9'とクラッド火炎画像10'とに測定用ウインドウ23、24をかけ、それぞれの中心点の座標をコンピュータ25で処理して表示部26に表示させるようになっている。

【0012】このように従来の光ファイバ用多孔質母材の製造装置では、光ファイバ用多孔質母材11の製造中のガス流れの制御に限界があり、コア火炎9の位置、またはガラス微粒子流の位置の制御が困難であった。

【0013】また、図8に示すようなX軸ステージ12X、13X、Y軸ステージ12Y、13Y、Z軸ステージ12Z、13Z、 θ ステージ12 θ 、13 θ を使ってバーナ7、8の位置を制御しても、バーナ先端中心と光ファイバ用多孔質母材11の先端位置等の所要位置またはその近傍の定点との間の距離Lを一定に保ちながらバーナ7、8を駆動させることが困難であり、例えば図11に示すように該距離Lが目標距離に対して約 $\pm 0.5\text{mm}$ の範囲で変化してしまっていた。これにより、図12に示すように母材成長速度変化量が目標成長速度変化量に対して約 $\pm 1.5\text{mm/h}$ の範囲で変化し、図13に示すように母材堆積面温度変化量が目標堆積面温度変化量に対して約 $\pm 10^\circ\text{C}$ の範囲で変化してしまうので、光ファイバ用多孔質母材11における断面の比屈折率差の長手方向の変化が大きくなるという問題点が生じていた。

【0014】本発明の目的は、バーナ先端中心と光ファイバ用多孔質母材の所要位置またはその近傍の定点との間の距離を一定とし、かつ、コア火炎の位置を一定に制

御できる光ファイバ用多孔質母材の製造装置を提供することにある。

【0015】本発明の他の目的は、バーナ先端中心と光ファイバ用多孔質母材の所要位置またはその近傍の定点との間の距離を一定とし、かつ、コア火炎の位置を一定に制御できる光ファイバ用多孔質母材の製造方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明は、反応容器内の反応室にその上部の開口部からターゲットを垂下させ、反応室内でターゲットの下端にバーナの火炎中で合成したガラス微粒子を堆積させて多孔質母材を製造する光ファイバ用多孔質母材の製造装置及び該装置を用いた光ファイバ用多孔質母材の製造方法を改良するものである。

【0017】本発明に係る光ファイバ用多孔質母材の製造装置においては、バーナを把持するバーナ把持部が光ファイバ用多孔質母材の所定位置またはその近傍の定点を回転中心として駆動する構造のバーナ支持機構が設けられていることを特徴とする。

【0018】また、本発明に係る光ファイバ用多孔質母材の製造方法においては、バーナを把持するバーナ把持部が光ファイバ用多孔質母材の所定位置またはその近傍の定点を回転中心として駆動する構造のバーナ支持機構を用い、このバーナ支持機構を使って火炎の位置を一定に制御することを特徴とする。

【0019】このようにバーナを把持するバーナ把持部が光ファイバ用多孔質母材の所定位置またはその近傍の定点を回転中心として駆動する構造のバーナ支持機構を用いて火炎の位置を制御すると、バーナ先端中心と光ファイバ用多孔質母材の先端位置等の所要位置またはその近傍の定点との間の距離を一定に保ちながらバーナを駆動させることができ、コア火炎等の位置またはコア火炎等中のガラス微粒子流の位置を一定に制御でき、このため光ファイバ用多孔質母材の成長速度、堆積面温度を一定とすることができる。その結果、ガラス化後の母材断面の比屈折率差の長手方向の変化を抑えることができ、ガラス化後の母材断面の比屈折率差の長手変化を抑えることができ、光ファイバの品質の向上に寄与することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】

(実施の形態の第1例)図1(A)(B)は、本発明に係る光ファイバ用多孔質母材の製造装置における実施の形態の第1例を示したものである。

【0021】本例の光ファイバ用多孔質母材の製造装置においては、バーナ支持機構12、13の構造に特徴があり、その他の構造は図示していないが前述した図8と同様である。なお、この図1(A)(B)では、バーナ支持機構12の構造についてののみ示しているが、バーナ支持機構13の構造も同様になっている。また、前述し

た図8と対応する部分には、同一符号を付けて示している。

【0022】本例のバーナ支持機構12においては、コアバーナ7の中心軸を水平面に投影したときにできる水平線に平行な水平方向のX軸の方向に移動可能なX軸ステージ12Xを備え、該X軸ステージ12X上にX軸と直交する水平なY軸の方向に移動可能なY軸ステージ12Yが設けられ、該Y軸ステージ12Yに鉛直方向に立設されたZ軸スタンド12ZaにZ軸ステージ12Zが昇降自在に支持され、該Z軸ステージ12Zに θ ステージ12 θ がZ軸スタンド12Zaに対して直交する向きで回転自在に支持され、該 θ ステージ12 θ に水平向きでブラケット27が突設され、コアバーナ7を把持するバーナ把持部12aとブラケット27との間に、光ファイバ用多孔質母材11の所定位置である、この例では母材先端位置11aからなる所定位置またはその近傍の定点に回転中心を持つゴーニオステージ28が介在されている。ゴーニオステージ28は、歯車、ボールネジなどで回転中心までの曲率半径のレール29aを持った保持部材29と、そのレール29a上を駆動するステージ面30aを持った可動部材30とを備えた構造になっている。この可動部材30にバーナ把持部12aを介してコアバーナ7が固定されている。コアバーナ7の中心軸上に母材先端位置11aまたはその近傍の定点が乗るようにバーナ支持機構12は設置されている。

【0023】このようなゴーニオステージ28を持つ構造のバーナ支持機構12によれば、コアバーナ7を把持するバーナ把持部12aが光ファイバ用多孔質母材11の先端位置11aからなる所定位置またはその近傍の定点を回転中心として駆動するように制御できる。このため光ファイバ用多孔質母材11の製造中にコア火炎9の絶対位置が上昇したとき、コア火炎9の絶対位置が下降するようにゴーニオステージ28の可動部材30を上向きに動かせば、コア火炎9の位置は一定に保たれる。逆に、コア火炎9の絶対位置が下降した場合には、ゴーニオステージ28の可動部材30を下向きに動かせば、コア火炎9の絶対位置は上昇し、コア火炎9の位置は一定に保たれる。

【0024】本例の光ファイバ用多孔質母材の製造方法においては、コアバーナ7を把持するバーナ把持部12aが光ファイバ用多孔質母材11の先端位置11a等の所定位置またはその近傍の定点を回転中心として駆動する構造の前述したバーナ支持機構12を用い、このバーナ支持機構12を使ってコア火炎9の位置が一定になるように図示しないコントローラを用いて自動制御する。

【0025】図2(A)(B)には、図10に示す火炎位置測定装置で、本例の光ファイバ用多孔質母材の製造装置及び製造方法による効果を確かめた結果を示す。

【0026】図2(A)は、コア火炎9の位置の測定値を見て、手動でゴーニオステージ28を駆動させたとき

の結果を示したもので、コア火炎9の位置を基準位置に対して $\pm 0.2\text{mm}$ の範囲に抑えることができた。

【0027】図2(B)は、コア火炎9の位置データを図示しないコントローラにフィードバックし、図示しないゴーニオステージ駆動モータを自動制御させたときの結果を示したもので、コア火炎9の位置を基準位置に対して $\pm 0.1\text{mm}$ の範囲に抑えることができた。

【0028】このとき、コアバーナ9の先端中心と光ファイバ用多孔質母材11の先端位置11aとの間の距離Lは、図3に示すように目標距離に対して約 $\pm 0.05\text{mm}$ の範囲で変化するだけで安定しており、図11に示す従来例の約10倍の精度で制御できるようになった。

【0029】これにより母材成長速度変化量を図4に示すように目標成長速度変化量に対して約 $\pm 0.5\text{mm/h}$ 以内、母材堆積面温度変化量を図5に示すように目標堆積面温度変化量に対して約 $\pm 3^\circ\text{C}$ 以内に安定させることができた。

【0030】(実施の形態の第2例)図6(A)(B)は、本発明に係る光ファイバ用多孔質母材の製造装置における実施の形態の第2例を示したものである。

【0031】本例の光ファイバ用多孔質母材の製造装置においても、バーナ支持機構12、13の構造に特徴があり、その他の構造は図示していないが前述した図8と同様である。なお、この図6(A)(B)でも、バーナ支持機構12の構造についてのみに示しているが、バーナ支持機構13の構造も同様になっている。また、前述した図8と対応する部分には、同一符号を付けて示している。

【0032】本例のバーナ支持機構12においては、コアバーナ7の中心軸を水平面に投影したときにできる水平線に平行な水平方向のX軸に対して直交する水平なY軸の方向に移動可能なY軸ステージ12Yを有し、該Y軸ステージ12Y上に鉛直方向にZ軸スタンド12Zaが立設され、該Z軸スタンド12ZaにZ軸ステージ12Zが昇降自在に支持され、該Z軸ステージ12Zに回転軸心を水平向きにして第1の関節部12bが取り付けられ、該第1の関節部12bに第1のアーム12cの基部が上下方向に回動可能に連結され、該第1のアーム12cの先端に回転軸心を水平向きにして第2の関節部12dが取り付けられ、該第2の関節部12dに第2のアーム12eの基部が上下方向に回動可能に連結され、該第2のアーム12eの先端に回転軸心を水平向きにして第3の関節部12fが取り付けられ、該第3の関節部12fに第3のアーム12gの基部が上下方向に回動可能に連結され、該第3のアーム12gの先端に回転軸心を水平向きにして第4の関節部12hが取り付けられ、該第4の関節部12hに第4のアーム12iの基部が上下方向に回動可能に連結され、該第4のアーム12iの先端にバーナ把持部12aを介してコアバーナ7が支持されている。第1、第2、第3、第4の関節部12b、1

2d, 12f, 12hは、図示していないアクチュエータ（電気モータによる駆動や油圧または空圧による駆動など）でこれらを回転させて第1, 第2, 第3, 第4のアーム12c, 12e, 12g, 12iを動かし、コアバーナ7の先端中央点と母材先端位置11aまたはその近傍の定点11b（固定）を回転中心とし、コアバーナ7を駆動できる機能を持っている。コアバーナ7の中心軸上に母材先端位置11aまたはその近傍の定点11bが乗るようにバーナ支持機構12は設置されている。

【0033】このような第1, 第2, 第3, 第4の関節部12b, 12d, 12f, 12h及び第1, 第2, 第3, 第4のアーム12c, 12e, 12g, 12iを持つ構造のバーナ支持機構12でも、コアバーナ7を把持するバーナ把持部12aが光ファイバ用多孔質母材11の所定位置11aまたはその近傍の定点11bを回転中心として駆動するように制御できる。このため、第1例と同様に、コア火炎9の位置が移動したら、元の位置に戻るようコアバーナ7をバーナ支持機構12で駆動させる。このとき、コア火炎9の位置データは図示していないコントローラにフィードバックされ、基準位置に到達するよう駆動系を制御する。これによりコア火炎9の位置は一定に保たれる。

【0034】実際に効果を確認した結果、図2（B）と同様、コア火炎9の位置の変化を $\pm 0.1\text{mm}$ の範囲に抑えることができた。

【0035】このとき、コアバーナ7の先端中心と光ファイバ用多孔質母材11の先端位置11aとの間の距離Lも、図3に示すように目標距離に対して約 $\pm 0.05\text{mm}$ の範囲で変化するだけで安定しており、図11に示す従来例の約10倍の精度で制御できるようになった。

【0036】これにより母材成長速度変化量を図4に示すように目標成長速度変化量に対して約 $\pm 0.5\text{mm/h}$ 以内、母材堆積面温度変化量を図5に示すように目標堆積面温度変化量に対して約 $\pm 3^\circ\text{C}$ 以内に安定させることができた。

【0037】（実施の形態の第3例）図7（A）（B）は、本発明に係る光ファイバ用多孔質母材の製造装置における実施の形態の第3例を示したものである。

【0038】本例の光ファイバ用多孔質母材の製造装置においても、バーナ支持機構12, 13の構造に特徴があり、その他の構造は図示していないが前述した図8と同様である。なお、この図7（A）（B）でも、バーナ支持機構12の構造についてのみ示しているが、バーナ支持機構13の構造も同様になっている。また、前述した図8と対応する部分には、同一符号を付けて示している。

【0039】本例のバーナ支持機構12においては、コアバーナ7の中心軸を水平面に投影したときにできる水平線に平行な水平方向のX軸に対して直交する水平なY軸の方向に移動可能なY軸ステージ12Yを有し、該Y

軸ステージ12Y上に鉛直方向にZ軸スタンド12Zaが立設され、該Z軸スタンド12Zaの先端に回転軸心を水平向きにして第1の関節部12bが取り付けられ、該第1の関節部12bに第1のアーム12cの基部が上下方向に回転可能に連結され、該第1のアーム12cの先端に回転軸心を水平向きにして第2の関節部12dが取り付けられ、該第2の関節部12dに第2のアーム12eの基部が上下方向に回転可能に連結され、該第2のアーム12eの先端に回転軸心を水平向きにして第3の関節部12fが取り付けられ、該第3の関節部12fに第3のアーム12gの基部が上下方向に回転可能に連結され、該第3のアーム12gの先端にバーナ把持部12aを介してコアバーナ7が支持されている。第1, 第2, 第3の関節部12b, 12d, 12fは、図示していないアクチュエータ（電気モータによる駆動や油圧または空圧による駆動など）でこれらを回転させて第1, 第2, 第3のアーム12c, 12e, 12gを動かし、コアバーナ7の先端中央点と母材先端位置11aまたはその近傍の定点11b（固定）を回転中心とし、バーナを駆動できる機能を持っている。コアバーナ7の中心軸上に母材先端位置11aまたはその近傍の定点が乗るようにバーナ支持機構12は設置されている。

【0040】このような第1, 第2, 第3の関節部12b, 12d, 12f及び第1, 第2, 第3のアーム12c, 12e, 12gを持つ構造のバーナ支持機構12でも、コアバーナ7を把持するバーナ把持部12aが光ファイバ用多孔質母材11の所定位置11aまたはその近傍の定点を回転中心として駆動するように制御できる。このため、第1例と同様に、コア火炎9の位置が移動したら、元の位置に戻るようコアバーナ7をバーナ支持機構12で駆動させる。このとき、コア火炎9の位置データは図示していないコントローラにフィードバックされ、基準位置に到達するよう駆動系を制御する。これによりコア火炎9の位置は一定に保たれる。

【0041】実際に効果を確認した結果、図2（B）と同様、コア火炎9の位置の変化を $\pm 0.1\text{mm}$ の範囲に抑えることができた。

【0042】このとき、コアバーナ7の先端中心と光ファイバ用多孔質母材11の先端位置11aとの間の距離Lも、図3に示すように目標距離に対して約 $\pm 0.05\text{mm}$ の範囲で変化するだけで安定しており、図11に示す従来例の約10倍の精度で制御できるようになった。

【0043】これにより母材成長速度変化量を図4に示すように目標成長速度変化量に対して約 $\pm 0.5\text{mm/h}$ 以内、母材堆積面温度変化量を図5に示すように目標堆積面温度変化量に対して約 $\pm 3^\circ\text{C}$ 以内に安定させることができた。

【0044】なお、クラッドバーナ8を支持するバーナ支持機構13の場合の光ファイバ用多孔質母材11の所定位置とは、該母材11の先端部より上方の膨らんだ肩

の部分付近をいう。

【0045】上記第2例、第3例でコアバーナ9の先端中心と光ファイバ用多孔質母材11の先端位置11aとの間の距離Lとコアバーナ9の向きを一定にする制御は、関節部12b、12d、12f、12h等の回転角度を何度にすればそのような条件を満たすようになるかをコンピュータで計算し、その指示に基づいて各関節部をそれぞれアクチュエータで回転駆動すること等により行うことができる。距離Lの確認は図10に示す火炎位置測定装置のCCDカメラ20で光ファイバ用多孔質母材11の先端側とコアバーナ9の先端側とを同時に撮影し、モニタ22の画面上等で測定することにより行うことができる。

【0046】以下、本願明細書に記載した複数の発明のいくつかについて、その構成要件を記載する。

【0047】(i) 反応容器内の反応室にその上部の開口部からターゲットを垂下させ、前記反応室内で前記ターゲットの下端にバーナの火炎中で合成したガラス微粒子を堆積させて多孔質母材を製造する光ファイバ用多孔質母材の製造装置において、前記バーナを把持するバーナ把持部が前記光ファイバ用多孔質母材の所定位置またはその近傍の定点を回転中心として駆動する構造のバーナ支持機構が設けられ、該バーナ支持機構は前記バーナの中心軸を水平面に投影したときにできる水平線に平行なX軸方向に移動可能なX軸ステージ上に、前記X軸に直交する水平なY軸の方向に移動可能なY軸ステージが設けられ、該Y軸ステージに鉛直方向に立設されたZ軸スタンドにZ軸ステージが昇降自在に支持され、該Z軸ステージにθステージがZ軸スタンドに対して直交する向きで回転自在に支持され、該θステージに水平向きでブラケットが突設され、前記バーナを把持するバーナ把持部と前記ブラケットとの間に、前記光ファイバ用多孔質母材の所定位置またはその近傍の定点に回転中心を持つゴーニオステージが介在された構造になっていることを特徴とする光ファイバ用多孔質母材の製造装置。

【0048】(ii) 反応容器内の反応室にその上部の開口部からターゲットを垂下させ、前記反応室内で前記ターゲットの下端にバーナの火炎中で合成したガラス微粒子を堆積させて多孔質母材を製造する光ファイバ用多孔質母材の製造装置において、前記バーナを把持するバーナ把持部が前記光ファイバ用多孔質母材の所定位置またはその近傍の定点を回転中心として駆動する構造のバーナ支持機構が設けられ、該バーナ支持機構は前記バーナの中心軸を水平面に投影したときにできる水平線に平行なX軸に対して直交する水平なY軸の方向に移動可能なY軸ステージを備え、該Y軸ステージ上に鉛直方向にZ軸スタンドが立設され、該Z軸スタンドにZ軸ステージが昇降自在に支持され、該Z軸ステージに回転軸心を水平向きにして第1の関節部が取り付けられ、該第1の関節部に第1のアームの基部が上下方向に回転可能に連

結され、該第1のアームの先端に回転軸心を水平向きにして第2の関節部が取り付けられ、該第2の関節部に第2のアームの基部が上下方向に回転可能に連結され、該第2のアームの先端に回転軸心を水平向きにして第3の関節部が取り付けられ、該第3の関節部に第3のアームの基部が上下方向に回転可能に連結され、該第3のアームの先端に回転軸心を水平向きにして第4の関節部が取り付けられ、該第4の関節部に第4のアームの基部が上下方向に回転可能に連結され、該第4のアームの先端にバーナ把持部を介してコアバーナが支持された構造になっていることを特徴とする光ファイバ用多孔質母材の製造装置。

【0049】(iii) 前記第1、第2の関節部は、アクチュエータで駆動されるようになっていることを特徴とする前記(ii)に記載の光ファイバ用多孔質母材の製造装置。

【0050】(iv) 反応容器内の反応室にその上部の開口部からターゲットを垂下させ、前記反応室内で前記ターゲットの下端にバーナの火炎中で合成したガラス微粒子を堆積させて多孔質母材を製造する光ファイバ用多孔質母材の製造装置において、前記バーナを把持するバーナ把持部が前記光ファイバ用多孔質母材の所定位置またはその近傍の定点を回転中心として駆動する構造のバーナ支持機構が設けられ、該バーナ支持機構は前記バーナの中心軸を水平面に投影したときにできる水平線に平行なX軸に対して直交する水平なY軸の方向に移動可能なY軸ステージ上に鉛直方向に立設されたZ軸スタンドの先端に回転軸心を水平向きにして第1の関節部が取り付けられ、該第1の関節部に第1のアームの基部が上下方向に回転可能に連結され、該第1のアームの先端に回転軸心を水平向きにして第2の関節部が取り付けられ、該第2の関節部に第2のアームの基部が上下方向に回転可能に連結され、該第2のアームの先端に回転軸心を水平向きにして第3の関節部が取り付けられ、該第3の関節部に第3のアームの基部が上下方向に回転可能に連結され、該第3のアームの先端にバーナ把持部を介してコアバーナが支持された構造になっていることを特徴とする光ファイバ用多孔質母材の製造装置。

【0051】(v) 前記第1、第2、第3の関節部は、アクチュエータで駆動されるようになっていることを特徴とする前記(iv)に記載の光ファイバ用多孔質母材の製造装置。

【0052】

【発明の効果】本発明に係る光ファイバ用多孔質母材の製造装置においては、バーナを把持するバーナ把持部が光ファイバ用多孔質母材の所定位置またはその近傍の定点を回転中心として駆動する構造のバーナ支持機構を用いて火炎の位置を制御するので、バーナ先端中心と光ファイバ用多孔質母材の先端位置等の所要位置またはその近傍の定点との間の距離を一定に保ちながらバーナを駆

動させることができ、コア火炎等の位置またはコア火炎等中のガラス微粒子流の位置を一定に制御でき、このため光ファイバ用多孔質母材の成長速度、堆積面温度を一定とすることができる。その結果、ガラス化後の母材断面の比屈折率差の長手方向の変化を抑えることができ、ガラス化後の母材断面の比屈折率差の長手変化を抑えることができ、光ファイバの品質の向上に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)(B)は本発明に係る光ファイバ用多孔質母材の製造装置における実施の形態の第1例のバーナ支持機構を示す正面図及びその右側面図である。

【図2】(A)はコア火炎の位置の測定値を見て、手動で第1例のバーナ支持機構を駆動させたときのコア火炎の位置の変化を測定した際の測定データを示す図、

(B)はコア火炎の位置データを第1例のバーナ支持機構のコントローラにフィードバックし、ゴニオステージ駆動モータを制御させたときのコア火炎の位置の変化を測定した際の測定データを示す図である。

【図3】第1例のバーナ支持機構を自動制御して、コアバーナの先端中心と光ファイバ用多孔質母材の先端位置との間の距離Lの目標距離に対する変化を測定した際の測定データを示す図である。

【図4】第1例のバーナ支持機構を自動制御して、母材成長速度変化量の目標成長速度変化量に対する変化を測定した際の測定データを示す図である。

【図5】第1例のバーナ支持機構を自動制御して、母材堆積面温度変化量の目標堆積面温度変化量に対する変化を測定した際の測定データを示す図である。

【図6】(A)(B)は本発明に係る光ファイバ用多孔質母材の製造装置における実施の形態の第2例のバーナ支持機構を示す正面図及びその右側面図である。

【図7】(A)(B)は本発明に係る光ファイバ用多孔質母材の製造装置における実施の形態の第3例のバーナ支持機構を示す正面図及びその右側面図である。

【図8】従来の光ファイバ用多孔質母材の製造装置の構成を示す縦断面図である。

【図9】従来の光ファイバ用多孔質母材の製造装置でのコア火炎の位置の変化を測定した際の測定データを示す図である。

【図10】火炎位置測定装置の概略構成を示すブロック図である。

【図11】従来の光ファイバ用多孔質母材の製造装置におけるバーナ支持機構を制御して、コアバーナの先端中心と光ファイバ用多孔質母材の先端位置との間の距離Lの目標距離に対する変化を測定した際の測定データを示す図である。

【図12】従来の光ファイバ用多孔質母材の製造装置におけるバーナ支持機構を制御して、母材成長速度変化量の目標成長速度変化量に対する変化を測定した際の測定デ

ータを示す図である。

【図13】従来の光ファイバ用多孔質母材の製造装置におけるバーナ支持機構を制御して、母材堆積面温度変化量の目標堆積面温度変化量に対する変化を測定した際の測定データを示す図である。

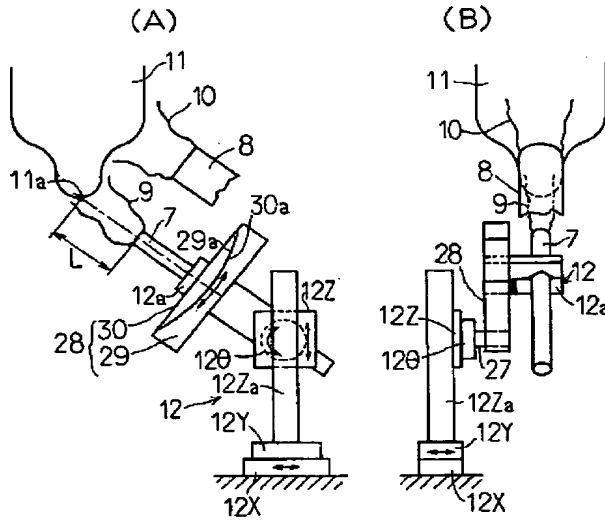
【符号の説明】

- 1 反応容器
- 1 a 上部筒部
- 2 開口部
- 3 上蓋
- 4 孔
- 5 種棒(ターゲット)
- 6 反応室
- 7 コアバーナ
- 8 クラッドバーナ
- 9 コア火炎
- 9' コア火炎画像
- 10 クラッド火炎
- 10' クラッド火炎画像
- 11 光ファイバ用多孔質母材
- 11 a 母材先端位置
- 12, 13 バーナ支持機構
- 12 X, 13 X X軸ステージ
- 12 Y, 13 Y Y軸ステージ
- 12 Z, 13 Z Z軸ステージ
- 12 Za, 13 Za Z軸スタンド
- 12 θ, 13 θ θステージ
- 12 a, 13 a バーナ把持部
- 12 b 第1の関節部
- 12 c 第1のアーム
- 12 d 第2の関節部
- 12 e 第2のアーム
- 12 f 第3の関節部
- 12 g 第3のアーム
- 12 h 第4の関節部
- 12 i 第4のアーム
- 14 吸気口
- 15 内筒
- 16 通路
- 17 排気管
- 18 排気口
- 19 圧力制御部
- 20 CCDカメラ
- 21 画像処理部
- 22 モニタ
- 23, 24 測定用ウインドウ
- 25 コンピュータ
- 26 表示部
- 27 ブラケット
- 29 保持部材

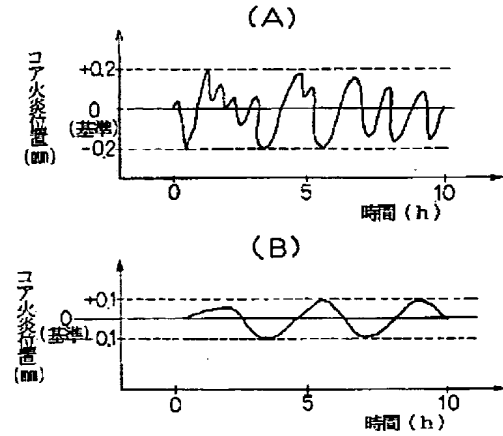
29a レール
30 可動部材

30a ステージ面

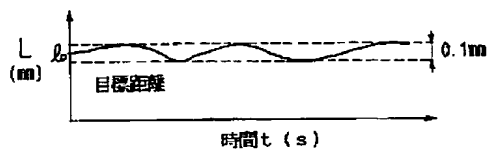
【図1】



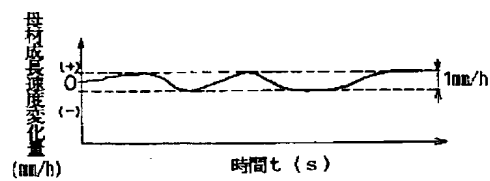
【図2】



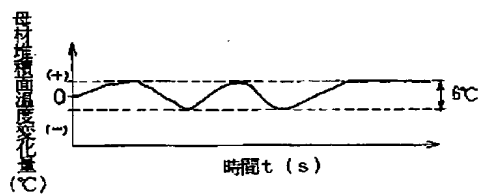
【図3】



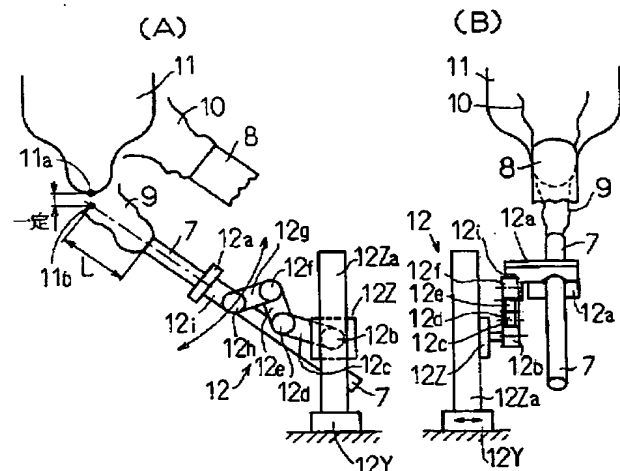
【図4】



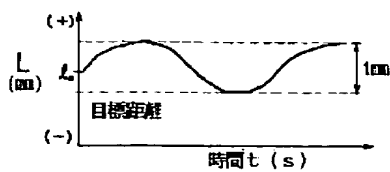
【図5】



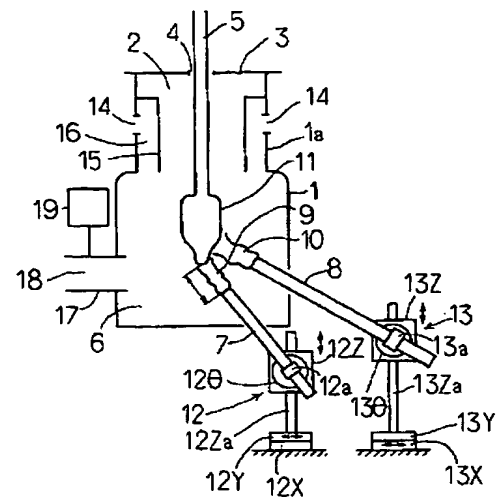
【図6】



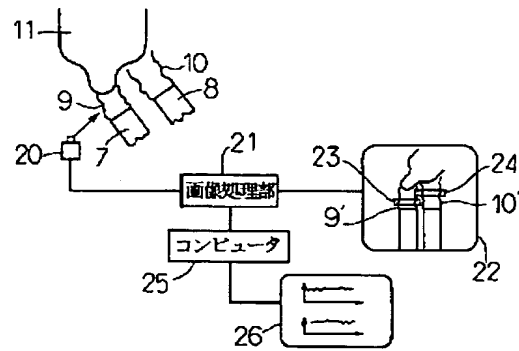
【図11】



【図8】



【図10】



【图 13】

